

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ГАЗОГЕНЕРАТОР ВИХРЕВОГО ТИПА

Отсутствие возможности централизованного газоснабжения и повышение затрат на энергоснабжение удаленных от месторождений углеводородов районов делают актуальным использование газогенераторных установок. Подобные устройства целесообразно применять в качестве источников тепловой и электрической энергии для снабжения малых и средних потребителей [1].

Процесс разработки опытной установки, реализуемая на кафедре ТЭС УрФУ, делился на несколько основных этапов: разработка концепции, выбор типа установки, проведение расчетных исследований, изготовление и наладка установки, а также проведение испытаний.

В результате анализа существующих методик получения генераторного газа был выбран газогенератор вихревого типа, наиболее приемлемый для решаемой задачи [2].

Было проведено математическое моделирование с использованием пакетных решений от производителей специализированного программного обеспечения, которые позволяют моделировать процессы тепло- и массопереноса с достаточной степенью достоверности, при этом создается возможность просчитать множество режимов, выбирая наиболее благоприятное сочетание всех факторов и на основе расчетов выбрать оптимальную конструкцию установки.

Оценив расходы топлива, коэффициенты избытка воздуха и термодинамические условия для протекания исследуемых процессов, в результате моделирования были выбраны внутренняя геометрия окислительной и восстановительной частей, скорости воздуха в различных подводах в газификатор, а также способы подвода и отвода окислителя и генераторного газа.

В первую очередь, при моделировании процесса с одинаковыми начальными параметрами выбиралась оптимальная внутренняя геометрия газификатора, позволяющая получить вихрь в восстановительной части (рисунок 1). Так же определялось оптимальное расположение различных подводов и отводов.

Также существует проблема высокой сложности управления вихревыми процессами в газификаторе. С целью получения прототипа газогенератора был разработан ряд технических решений, позволяющих безопасно и эффективно эксплуатировать установки данного типа при приемлемой стоимости их производства.

Автоматизация выполнялась на базе программируемого логического контроллера ПЛК-154 фирмы «Овен» с использованием дополнительных модулей аналогового и дискретного ввода/вывода МВА8 и МДВВ. Выбор данного контроллера был обусловлен его функциональными возможностями, достаточным быстродействием, наличием большого количества интерфейсов связи и низкой стоимостью. Для связи с верхним уровнем использовался Ethernet и протокол Modbus TCP.

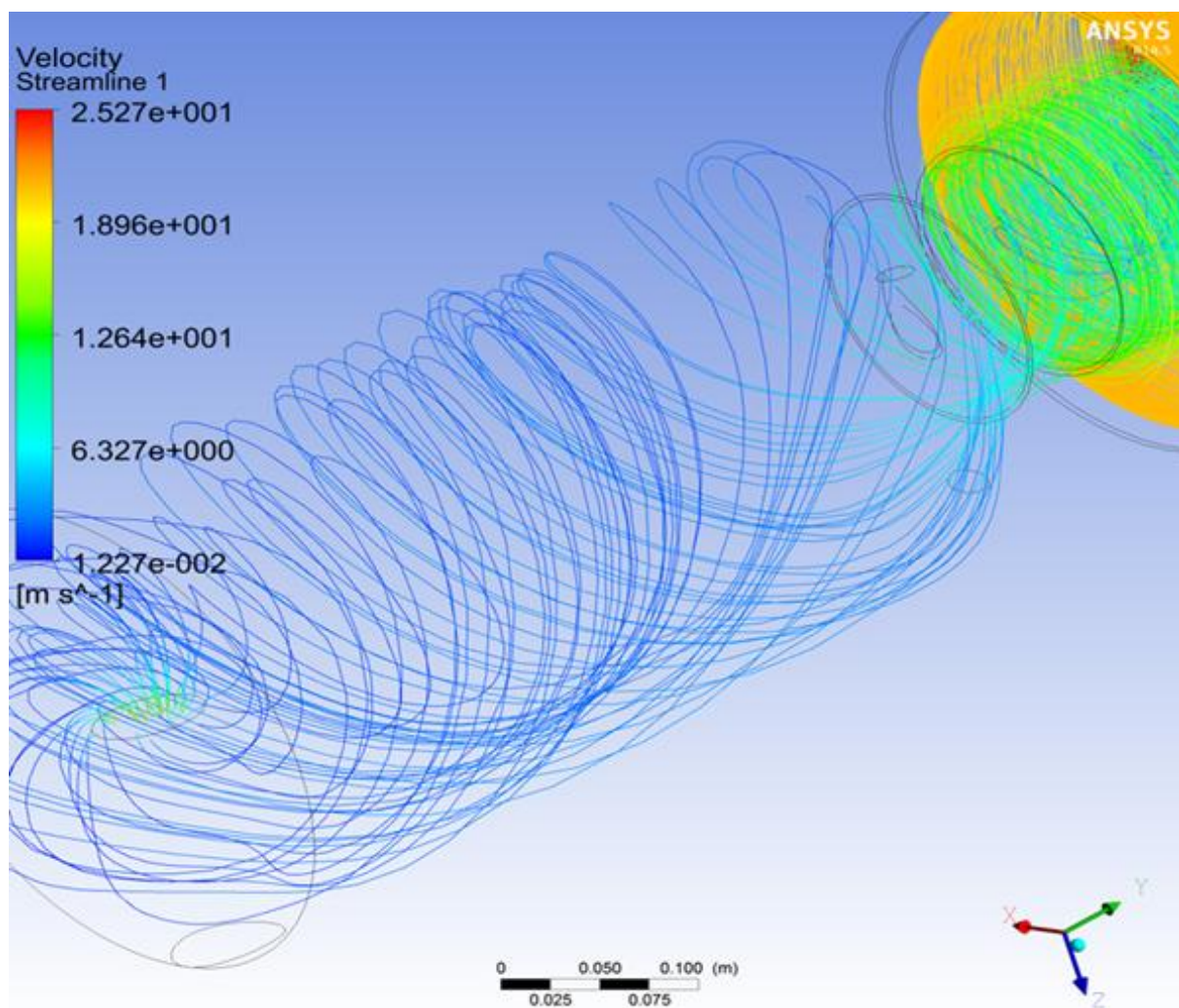


Рисунок 1 – Моделирование создания вихря в восстановительной зоне газификатора, при скорости первичного дутья $v_1=20$ м/с и вторичного дутья $v_2=25$ м/с. Цветовым градиентом на линиях тока обозначено распределение скоростей

Исходя из особенностей оборудования был сформирован перечень сигналов, подключаемых к программно-техническому комплексу (ПТК). Однако из-за особенностей измерительных преобразователей не все сигналы соответствовали требованиям государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).

Для измерения температуры использовались термопары ПП, ХА и ХК. В качестве датчика массового расхода воздуха применялся пленочный анемометр 405/406 производства "Siemens".

Исходя из перечня измерительных каналов и каналов управления, была разработана структурная схема системы автоматизации (рисунок 2).

С целью контроля параметров технологического процесса на верхнем уровне была установлена SCADA-система TraceMode 6. Данные от контроллера передавались по протоколу Modbus TCP и записывались в базу данных MySQL.

Однако ограничения бесплатной версии пакета TraceMode и необходимость повышения удобства эксплуатации с возможностью реализации управления «по месту» являлись причиной установки панели оператора СП-270.

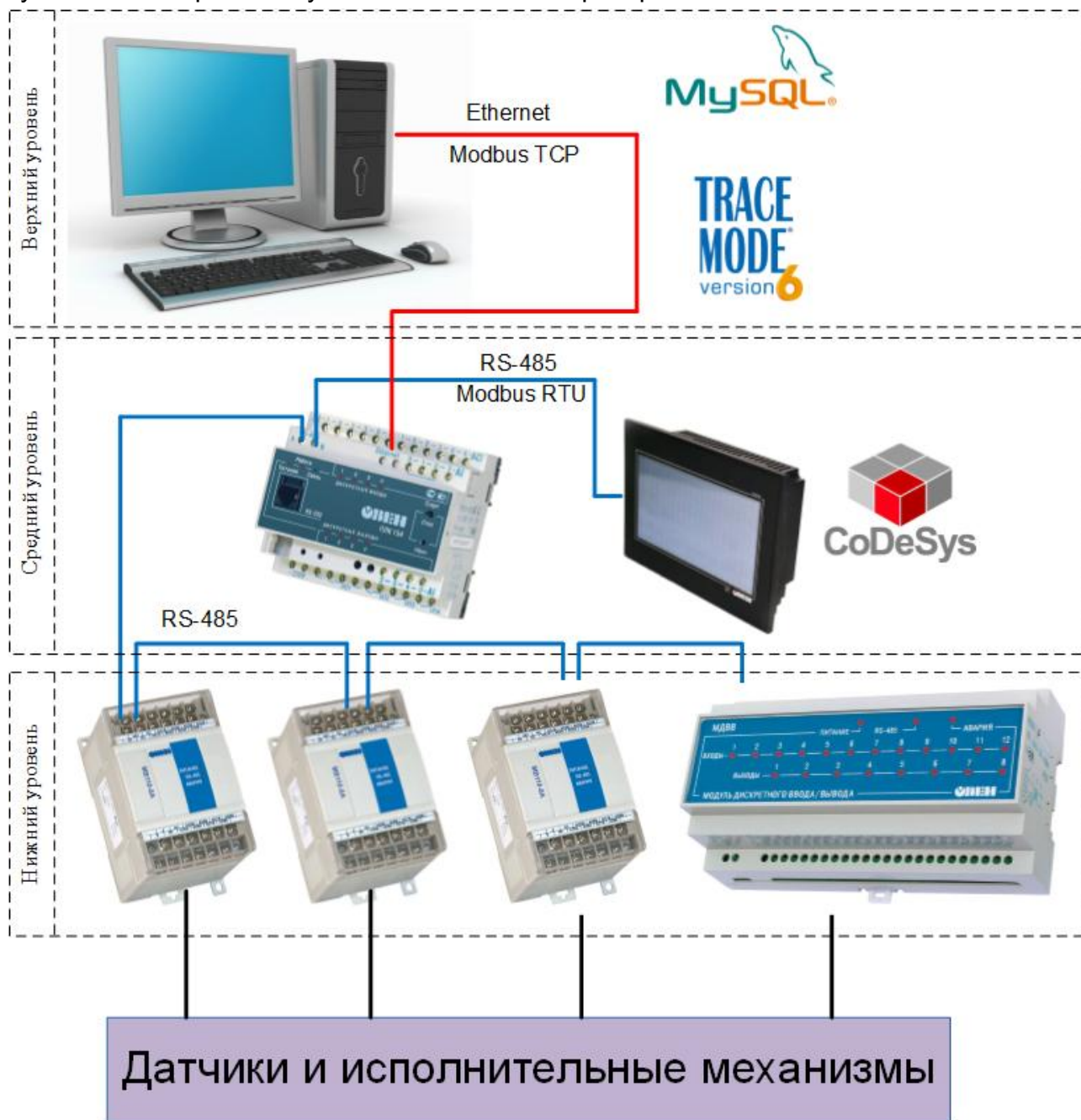


Рисунок 2 – Структурная схема автоматизации газогенератора

Одной из наиболее сложных задач, которые необходимо было решить в рамках автоматизации газификатора, являлось регулирование расхода твердого топлива. Топливо подавалось при помощи воздуха. Пылевоздушная смесь, в свою очередь, формировалась при помощи системы патрубков и шнекового пылепитателя, установленного на весах.

Применение подобной системы с взвешиванием шнекового питателя, которая достаточно часто применялась на ТЭС, работающих на твердом топливе, позволило

измерять и регулировать расход топлива с точностью до 0,1 г. Для упрощения конструкции пылепитатели были выполнены как отдельные системы с собственным микроконтроллером на базе платформы Arduino Mega. Такое решение позволило сократить объем информации, передаваемой по контроллеру от пылепитателя, при этом все управление электроприводами и опрос весов выполнялся Arduino Mega.

Данные от контроллера пылепитателя отправлялись по RS-232 в контроллер, который, получая их, при помощи библиотеки интерпретирует и отправляет в SCADA-систему с последующим логированием в СУБД.

Управление расходами воздуха осуществляется изменением числа оборотов дутьевой установки за счет изменения напряжения. Подобный вариант был выбран из соображений получения оптимального соотношения качество регулирования/стоимость/эффективность.

Расходы топлива рассчитываются исходя из заданной потребителем текущей мощности установки, а расходы и параметры воздуха выбираются контроллером по режимным картам установки.

Заключение

Разработана опытная установка газогенератора вихревого типа.

Проведено математическое моделирование процессов, происходящих в реакторе.

Проведены экспериментальные исследования процесса газификации топлива.

Список использованных источников

1. Султангузин И. А., Федюхин А. В., Курзанов С. Ю., Степанова Т. А., Тумановский В. А. Разработка технических решений для производства отечественных когенерационных установок с использованием технологий газификации и пиролиза местного твердого топлива. – Промышленная энергетика, 2015, №5.

2. Берг И. А., Гордеев С. И., Кисельников А. Ю., Худякова Г. И., Худяков П. Ю. Моделирование процессов тепло – массопереноса для разработки аппарата вихревой газификации твердых топлив малой производительности // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: www.science-education.ru/120-15350 (дата обращения: 15.10.2015).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-31449мол_а